

**Jaroslav SOLAŘ<sup>1</sup>**

**VEDENÍ TEPLA V DŘEVĚNÝCH PRVCÍCH PŘI HORKOVZDUŠNÉ LIKVIDACI HMYZU**

**THE CONDUCTING OF HEAT IN TIMBER'S ELEMENTS BY HOT-AIR EXTERMINATION OF INSECTS**

**Abstrakt**

Jednou z možností likvidace dřevokazného hmyzu u dřevěných konstrukcí (např. krovů, stropů apod.) je horkovzdušná likvidace. Dřevěné prvky se ohřívají horkým vzduchem o teplotě 100 až 120 °C až do doby, kdy dosáhnou v celém průřezu teplotu 55 °C po dobu alespoň jedné hodiny. Příspěvek pojednává o problematice řešení vedení tepla v projekční fázi u dřevěných prvků, které z důvodu svého umístění v konstrukci nemohou být ohřívány ze všech stran.

**Klíčová slova**

Sanace dřevěných konstrukcí, horkovzdušná likvidace dřevokazného hmyzu, vedení tepla v dřevěných prvcích, krovky, historické krovky

**Abstract**

One of the possibilities of wood-borer clean-up in wooden structures (ie. trusses, ceilings etc.) is a dry heat clean-up. The wooden components are heated by a hot air with temperature of 100 to 120°C up until the time, when they reach temperature of 55°C in the entire section for as long as one hour. This article describes concerns relating to the thermal flow at the phase of planning and solution for wooden components that are placed at the structure and that are not exposed to heat from all sides.

**Keywords**

Rehabilitation of buildings, wooden structure, dry heat clean-up, wood-borer, thermal flow in wooden components, trusses, historical trusses

**1 ÚVOD**

Jedním ze způsobů sanace dřevěných prvků napadených dřevokazným hmyzem – např. tesaříkem krovovým (viz obr. 1), červotočem, hrbohlavem apod., je horkovzdušná likvidace. Tento způsob, který je rozšířen například v sousedním Německu se v současné době začíná uplatňovat také v České republice. Principem uvedené metody je, že k likvidaci dřevokazného hmyzu dochází při zahřátí dřevěných prvků horkým vzduchem v celém průřezu na teplotu nejméně 55 °C. A to po dobu nejméně jedné hodiny.

Horký vzduch o teplotě 100 až 120 °C, který se ohřívá ve speciálních ohřívacích, se pomocí potrubí vhání do místa, ve kterém jsou napadené dřevěné prvky situovány – např. do půdního prostoru (viz obr. 2 a 3).

---

<sup>1</sup> Doc. Ing. Jaroslav Solař, Ph.D., Katedra pozemního stavitelství, Fakulta stavební, VŠB-Technická univerzita Ostrava, Ludvíka Podéště 1875/17, 708 33 Ostrava - Poruba, tel.: (+420) 597 32 1301, e-mail: jaroslav.solar@vsb.cz.

Vzhledem k tomu, že dřevo je z hlediska šíření tepla materiálem poměrně málo vodivým je třeba, v závislosti na velikosti průřezu dřevěných prvků, působit horkým vzduchem obvykle několik hodin. Přičemž se provádí kontinuální měření teploty uvnitř vybraných, z hlediska vedení tepla nejnepříznivějších, dřevěných prvků (viz obr. 4). Tento způsob je energeticky dosti náročný, ale je šetrný k životnímu prostředí.

Horkovzdušné ošetření dřeva provádějí specializované firmy. Pro projektování a provádění tohoto způsobu sanace neexistuje v České republice žádný předpis. Je možno vycházet například z dokumentu WTA [1].



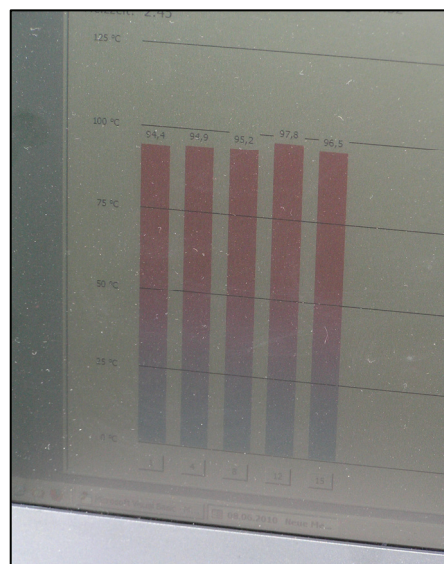
Obr. 1: Dřevěný prvek napadený tesaříkem krovovým



Obr. 2: Pohled na horkovzdušné ohříváče a rozvodná potrubí



Obr. 3: Pohled na rozvodná potrubí s vyústěním v sanovaném prostoru



Obr. 4: Pohled na výstup z měření teplot uvnitř vybraných dřevěných prvků

## 2 ANALÝZA VEDENÍ TEPLA V DŘEVĚNÝCH PRVCÍCH

Jak již bylo uvedeno, pro likvidaci dřevokazného hmyzu je nutno, aby ve všech prvcích, v celém jejich průřezu, byla po dobu jedné hodiny dosažena teplota 55 °C. To může být u některých prvků problematické. Jedná se zejména o prvky, které nebudou horkým vzduchem ohřívány ze všech čtyř stran. Jedná se například o pozednice, které leží na obvodovém zdivu a jsou ochlazovány prouděním venkovního vzduchu, nebo odváděním tepla v důsledku jejich uložení na obvodovém venkovním zdivu. Dále pak zhlaví vazných trámů, zhlaví stropních trámů u dřevěných trámových stropů, středové či vrcholové vaznice v místech uložení krokví, složitější tesařské spoje (viz obr. 5), svislé či vodorovné kouty u obvodových stěn, resp. celé obvodové stěny dřevěných roubených lidových staveb (viz obr. 6) apod.



Obr. 5: Ukázka typu složitějšího tesařského spoje



Obr. 6: Pohled na svislý kout u obvodových stěn dřevěné roubené stavby

Z tohoto důvodu je třeba v rámci projekční přípravy horkovzdušné likvidace dřevokazného hmyzu provést tepelně technické posouzení vybraných detailů s dřevěnými prvky, jež jsou napadeny dřevokazným hmyzem, u kterých by mohlo být dosažení požadované teploty 55 °C problematické. Výpočet se provede řešením dvourozměrného, případně trojrozměrného teplotního pole – například pomocí výpočtových programů AREA 2009 [2], resp. CUBE 3D 2009 [3].

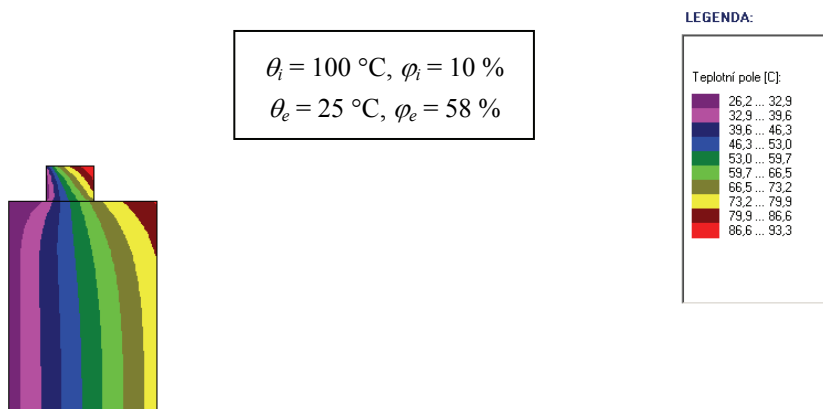
Pokud se výpočtem prokáže, že u některého sanovaného prvku dosažení požadované teploty 55 °C není možné, navrhne se u tohoto prvku likvidace dřevokazného hmyzu také některým jiným způsobem (např. mikrovlnným ohřevem, chemickou injektáží apod.).

### 2.1 Příklady řešení vedení tepla v dřevěných prvcích

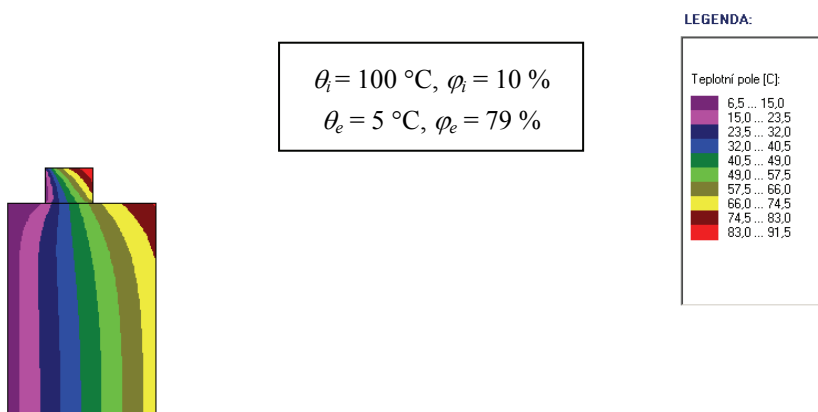
#### 1. Pozednice uložená na obvodovém půdním zdivu

Na obr. 7 a 8 jsou pro ilustraci znázorněny průběhy 2D teplotních polí při provádění horkovzdušné likvidace dřevokazného hmyzu u pozednice. Pro porovnání byly provedeny výpočty pro případy, že by horkovzdušná likvidace byla prováděna za působení venkovních teplot 25 °C a 5 °C. Z průběhu teplotních polí znázorněných na obr. 7 plyne, že i v letním období může

být dosažení požadované teploty 55 °C v celém průřezu pozednice problematické, resp. nereálné. Tím spíše za nižších venkovních teplot.



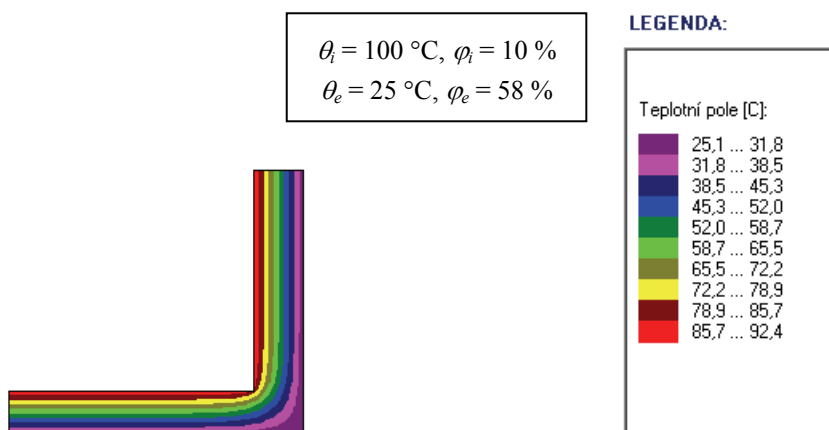
Obr. 7: Průběh teplot v pozednici a v části přilehlého cihelného zdiva při venkovní teplotě  $\theta_e = 25\text{ °C}$ . Výstup z programu AREA 2009 [2].



Obr. 8: Průběh teplot v pozednici a v části přilehlého cihelného zdiva při venkovní teplotě  $\theta_e = 5\text{ °C}$ . Výstup z programu AREA 2009 [2].

## 2. Svislý kout u dřevěné roubené lidové stavby

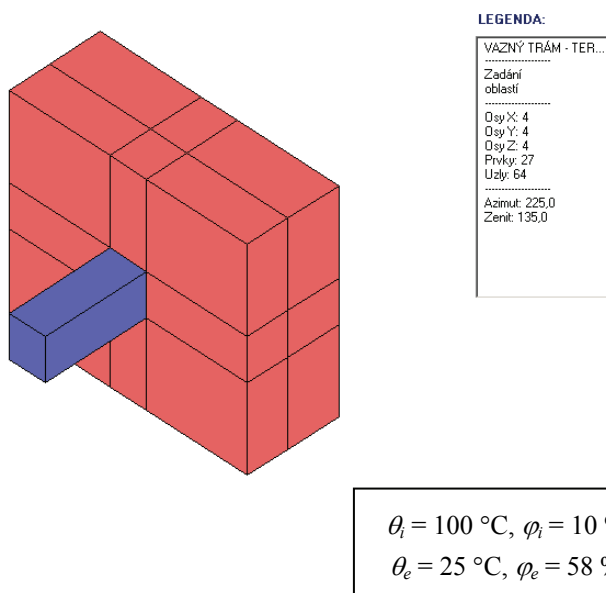
Na obr. 9 jsou pro ilustraci znázorněny průběhy 2D teplotních polí při provádění horkovzdušné likvidace dřevokazného hmyzu u svislého koutu v místě kontaktu obvodových stěn u dřevěné roubené lidové stavby. Z průběhu teplotních polí znázorněných na obr. 9 vyplývá, že také v tomto případě může být v letním období dosažení požadované teploty 55 °C v celém průřezu koutu, resp. v celé šířce obvodových stěn taktéž velmi problematické.



Obr. 9: Průběh teplot ve svislém koutě u dřevěné roubené lidové stavby při venkovní teplotě  $\theta_e = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Výstup z programu AREA 2009 [2].

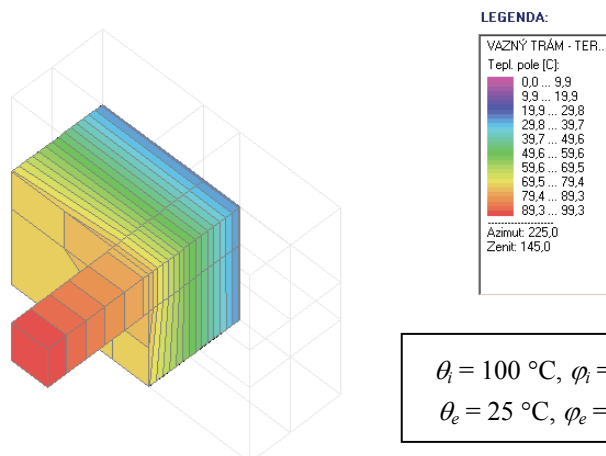
### 3. Vazný trám uložený na obvodovém půdním zdivu

Na obr. 10 až 12 jsou znázorněny průběhy teplot při provádění horkovzdušné likvidace dřevokazného hmyzu v místě zhlaví vazného trámu uloženého na obvodovém zdivu. Výpočet byl proveden pomocí výpočetního programu CUBE 3D [3].

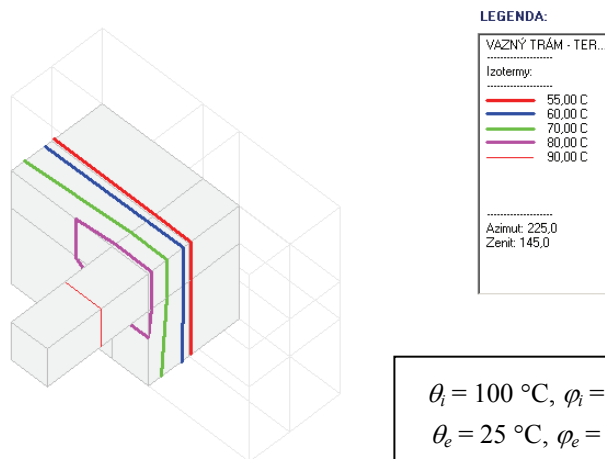


Obr. 10: Výpočtový model pro řešení průběhů teplot v místě uložení vazného trámu na obvodové cihelné při venkovní teplotě  $\theta_e = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Výstup z programu CUBE 3D 2009 [3].





Obr. 11: Průběhy teplot v místě uložení vazného trámu na obvodové cihelné při venkovní teplotě  $\theta_e = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Výstup z programu CUBE 3D 2009 [3].



Obr. 12: Průběhy izoterm v místě uložení vazného trámu na obvodové cihelné při venkovní teplotě  $\theta_e = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Červená izoterma znázorňuje požadovanou teplotu  $55\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Výstup z programu CUBE 3D 2009 [3].

## LITERATURA

- [1] Leták 1-1WTA: *Horkovzdušná metoda likvidace živočišných škůdců dřeva v konstrukcích*. WTA, München, 2006. ISBN 978-3-8167-7752-6.
- [2] SVOBODA, Z.: *AREA 2009*. Výpočtový program pro PC.
- [3] SVOBODA, Z.: *CUBE 3D 2009*. Výpočtový program pro PC.

## Oponentní posudek vypracoval:

Doc. Ing. František Kulhánek, CSc., Katedra konstrukcí pozemních staveb, FAST, ČVUT v Praze.

Prof. Ing. Ladislav Reinprecht, CSc., Katedra mechanické technologie dřeva, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene.